Nicht für den Prüfling bestimmt

I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCBG und Abiturerlassen BG jeweils in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend genannten Kompetenzbereiche und Einzelstandards sind für die Bearbeitung der Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht explizit benannte Einzelstandards für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzbereiche in engem Bezug zueinander
stehen. Die Operationalisierung des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	Kompetenzbereiche				
	K1	K2	K3	K4	K5
1.1	X				
1.2	X		X	X	
1.3		X			
1.4		X	X		
1.5		X	X	X	
1.6			X	X	
1.7			X		X
1.8.1	X		X		
1.8.2	X			X	
1.8.3		X			X
2.1		X		X	
2.2		X			X
2.3	X	X	X		
2.4			X	X	

Inhaltlicher Bezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Themenfelder sind die wesentliche inhaltliche Grundlage für die vorliegenden Aufgaben. Darüber hinaus können weitere, hier nicht explizit ausgewiesene Themenfelder für die Bearbeitung nachrangig bedeutsam sein.

Q1: Biochemische Grundlagen der Biologietechnik
Q2: Molekularbiologische und gentechnische Grundlagen der Biologietechnik
Q3: Theorie der Biologietechnik in Verfahren und Anwendungen

verbindliche Themenfelder:
Grundlagen der Thermodynamik und der Enzymologie (Q1.1), Molekularbiologische Grundlagen (Q2.1), Gentechnische Grundoperationen II und Verfahren (Q3.1)

II Lösungshinweise

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Selbstverständlich sind jedoch Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, ebenso zu akzeptieren.

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
1.1	zeichnen geändert nach: http://www.u-helmich.de/bio/cytologie/02/021/Proteine/Proteine-03.html (abgerufen am 04.07.21).	3		
	angeben NH_2: Aminogruppe COOH: Carboxylgruppe R: aminosäurespezifischer Rest Hinweis für den Prüfenden: Ebenso zu akzeptieren ist die Zeichnung der AS als Zwitterion und die entsprechende Angabe NH_{3+} (Amoniumgruppe) und COO^- Carboxylatgruppe.	3		
1.2	skizzieren Individuelle Lösungen möglich, z. B. Vergleich mit dem Lactose- oder Tryptophan-Operon. geändert nach: https://www.schule-bw.de/faecher-und-schularten/mathematisch-naturwissenschaftliche-faecher/biologie/unterrichtsmaterialien/sek2/zellbio/genregulation (abgerufen am 24.08.21).		2	
	beschreiben Regulatorgen: codiert einen Repressor zur Inhibition der Transkription Promotor: Bindestelle für die RNA-Polymerase Operator: Bindestelle für den Repressor Strukturgene: codieren für Enzyme zum Auf- oder Abbau von Substanzen	4		
	vergleichen Gemeinsamkeiten: Die Operons enthalten beide jeweils einen Promotor zur Bindung der RNA-Polymerase und Strukturgene, die für Enzyme zur Synthese der entsprechenden Aminosäuren codieren. Unterschiede: Das skizzierte Operon enthält noch einen Operator, welcher zwischen Promotor und Strukturgenen lokalisiert ist. Dort bindet ein Repressormolekül, wenn z.B. genügend Tryptophan synthetisiert wurde, und blockiert die Transkription. Das Repressormolekül selbst wird von einem Regulatorgen codiert. Das his-Operon besitzt keinen Operator und auch kein Regulatorgen, welches für einen Repressor codiert. Stattdessen befindet sich zwischen Promotor und den Strukturgenen das Leader-Gen.		4	

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
1.3	auswerten Wird *Salmonella typhimurium* auf Medium ohne Histidin kultiviert, muss das Histidin vom Organismus selbst hergestellt werden. Folglich ist auch die Konzentration von Histidin-synthetisierenden Enzymen, wie der Histidinol-Phosphatase, recht hoch (1,0 rel. Einheiten). Ist Histidin im Medium enthalten, ist die eigene Synthese durch den Organismus nicht nötig. Dementsprechend ist auch die Konzentration an Histidinol-Phosphatase gering (0,2 rel. Einheiten). Die Konzentration an Histidinol-Phosphatase ist im Vollmedium um den Faktor fünf geringer als bei Kultivierung im Minimalmedium.		5	
1.4	ermitteln mRNA: 5´…UUU AUG ACA CGC GUU CAA UUU AAA CAC CAC CAU CAU CAC CAU CAU CCU GAC UAG UCU…3´ Aminosäuren: Phe-Met-Thr-Arg-Val-Gln-Phe-Lys-His-His-His-His-His-His-His-Pro-Asp-Stopp (-Ser)		4	
	aufzeigen Das Leader-Gen fungiert als Messgen, weil es für ein histidinreiches Peptid codiert. Im dargestellten Abschnitt sind sieben aufeinanderfolgende Histidin-Aminosäuren enthalten. Ist die Konzentration an Histidin in der Zelle hoch, kann das Leader-Peptid synthetisiert werden. Ist die Konzentration niedrig, kann das Leader-Peptid nicht fertiggestellt werden und die Synthese der Histidin-bildenden Enzyme wird initiiert. Die Codierung von vielen Histidin-Aminosäuren im Leader-Gen ist also eine Form der Messung der Histidin-Konzentration in der Zelle.			6
1.5	beschreiben Die RNA-Polymerase bindet an den Promotor und synthetisiert für das Leader-Gen eine mRNA. Die mRNA wird anschließend an Ribosomen translatiert und es wird ein Leader-Peptid synthetisiert. Dieses Leader-Peptid besteht zu einem großen Teil aus Histidin. Ist ausreichend Histidin vorhanden, kann das Leader-Peptid fertiggestellt werden und es bildet sich eine mRNA-Terminationsschleife. Die RNA-Polymerase setzt daraufhin die mRNA frei und beendet die Transkription, d.h. die Histidin-Strukturgene können nicht exprimiert werden. Ist wenig Histidin vorhanden, kann das Leader-Peptid nicht fertiggestellt werden und die mRNA bildet keine mRNA-Terminationsschleife aus. Die RNA-Polymerase kann die Transkription fortsetzen und die mRNA der Histidin-Strukturgene synthetisieren. Diese wird dann an den Ribosomen translatiert und es entstehen die für die Synthese von Histidin notwendigen Enzyme.	7		
	erläutern Das his-Operon wird durch das Leader-Peptid reguliert. Ist das Leader-Peptid vorhanden, weist die mRNA eine Schleife auf. Durch die Schleifenbildung löst sich die RNA-Polymerase vom DNA-Strang ab, eine weitere Transkription findet nicht mehr statt. Da die Synthese des Leader-Peptids abhängig von der Histidin-Konzentration ist, kann man hier von einer Endproduktrepression sprechen.		3	

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
1.6	aufzeigen – Es wird keine zusätzliche Energie benötigt um Regulatorproteine (z. B.einen Repressor) zu synthetisieren. – Diese Form der Regulation ist zeitlich sehr schnell, da sie nur auf einer Änderung der 3D-Struktur der mRNA basiert. – Die mRNA-Ebene könnte als weitere Genregulationsinstanz dienen, d. h. zusätzlich zu einer Regulation auf DNA-Ebene.			4
1.7	erklären Die Regulation der Genaktivität bietet Organismen allgemein die Möglichkeit auf sich ändernde Umweltbedingungen zu reagieren und sich anzupassen. Enzyme für den Abbau bestimmter Substanzen werden nur dann gebildet, wenn sie benötigt werden und Synthesen stoppen, sobald genügend Produkt hergestellt wurde. Im Fall des his-Operons endet die Transkription Histidin-synthetisierender Enzyme, sobald genügend Histidin produziert wurde. Damit können die Energieressourcen und Baustoffe für andere Prozesse innerhalb der Zelle verwendet werden. Für Organismen bietet diese Anpassung Selektionsvorteile und sichert so das Überleben.		2	4
1.8.1	skizzieren Restriktionsschnittstelle Strukturgene des his-Operons (Insert) Restriktionsschnittstelle Promotor aufgeschnittenes Gen für Antibiotikaresistenz z.B. gegen Kanamycin intaktes Gen für Antibiotika-resistenz z.B. gegen Ampicillin Ori geändert nach: https://docplayer.org/60784231-Bevorzugte-interkalation-in-stark-superspiralisierte-plasmid-dna-selektive-hemmung-der-replikation-der-plasmid-dna.html (abgerufen am 17.01.2022).		5	
	erklären − Ori: bakterieller Replikationsursprung; wird benötigt, damit das Plasmid im Bakterium repliziert werden kann − Restriktionsgene z. B. für Antibiotika-Resistenzen, dienen der Selektion von Zellen mit rekombinantem Plasmid inklusive integriertem DNA-Insert. − Promotor: Bindungsstelle für Polymerase − Strukturgene des his-Operons: codieren für die Enzyme der his-Synthese und werden für die Produktion von Histidin benötigt − Restriktionsschnittstellen: dienen der Einklonierung der his-Strukturgene			5

Aufg.	erwartete Leistungen	BE		
		I	II	III
1.8.2	beschreiben Transformation mit Calciumchlorid/Hitzeschock: Die Bakterienzellwand wird kurzzeitig porös, wodurch die DNA aus dem Medium aufgenommen werden kann. Elektroporation: Durch das Anlegen einer elektrischen Spannung, öffnet sich für kurze Zeit die Bakterienzellwand und die DNA kann ins Bakterieninnere gelangen. alternativ: Partikelbeschuss: Die DNA wird mithilfe von Gold- oder Wolframpartikeln auf die Bakterienzellen geschossen. Transduktion: Die rekombinante DNA wird mithilfe von Bakteriophagen auf die Bakterienzellen übertragen.	4		
1.8.3	beschreiben, erläutern Bei der Abbildung handelt es sich um eine Chromatografie, z. B. könnte hier eine Ausschlusschromatografie dargestellt sein. − Bild 1: Oben auf die Säule wird ein Stoffgemisch aus drei verschiedenen Stoffen aufgetragen. Das Gemisch befindet sich gelöst in einer mobilen Phase. Das könnte zum Beispiel das Nährmedium aus dem Herstellungsprozess der Histidin-Synthese sein. Die Trennsäule enthält eine stationäre Phase. Sie weist unterschiedliche chemische Eigenschaften auf. Bei der Ausschlusschromatografie ist die Porengröße des Säulenmaterials der entscheidende Faktor. − Bild 2 und 3: Die Stoffe in dem Gemisch wandern unterschiedlich schnell durch die Säule und trennen sich auf dem Weg nach unten immer weiter auf. Dies kommt durch die unterschiedlich starken Wechselwirkungen der einzelnen Komponenten mit der stationären Phase der Säule zustande. Moleküle mit gleichen Eigenschaften sammeln sich in einer Fraktion. − Bild 4: Hier liegen die drei Stoffe getrennt voneinander vor. Im Beispiel der Histidin-Synthese könnte so die histidinreiche Fraktion vom Rest des Nährmediums getrennt worden sein.	3	3	
	Summe 72	**24**	**28**	**19**

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE		
		I	II	III
2.1	beschreiben, erklären Es werden jeweils ca. 10^8 Zellen einer Histidin-Mangelmutante von *S. typhimurium* auf zwei Petrischalen mit Minimalmedium ohne Histidin ausplattiert. Die hier verwendete Mangelmutante von *S. typhimurium* ist nicht in der Lage Histidin zu synthetisieren und kann auf diesem Minimalmedium nicht wachsen. In die Mitte der Platten wird ein getränktes Filterpapier gelegt: Filterpapier mit einer Testsubstanz (A) und Filterpapier mit Wasser (B). Das Filterpapier mit Wasser soll hier eine Negativkontrolle darstellen. Die Platten werden für zwei Tage bei 37 °C inkubiert und anschließend werden die Bakterienkolonien gezählt, die sich rings um das Filterpapier gebildet haben. Sind Kolonien auf den Platten gewachsen, bedeutet das, dass die Bakterien in der Lage sind Histidin zu produzieren. beschreiben	4		
	erklären		2	3
2.2	auswerten Ansatz B stellt die Kontrolle dar. Die Kolonien, die hier gewachsen sind, sind zufällig durch natürliche Mutationen entstanden. Ansatz A zeigt mehr Wachstum als die Kontrolle, d. h. die Testsubstanz hat eine mutagene Wirkung.		3	
	erklären Da das Medium auf den Agarplatten kein Histidin enthält und der verwendete Stamm von *S. typhimurium* kein Histidin synthetisieren kann, muss das Wachstum der Bakterienkolonien im Versuch auf die Rückmutation des entsprechenden Gens für die Histidinsynthese zurückzuführen sein. Dies scheint auch ohne Mutagen durch spontane Mutation zu geschehen (Ansatz B). Um diese spontan ablaufenden Prozesse von den durch die Testsubstanz ausgelösten Mutationen zu unterscheiden, werden die Ergebnisse miteinander verglichen. Ist die Anzahl an rückmutierten Kolonien im Ansatz mit dem möglichen Mutagen größer als die der Kontrolle, gilt der Stoff als mutagen.		1	4
2.3	zusammenfassen Durch die Anwesenheit eines Mutagens ändert sich die chemische Struktur der Base Guanin. Guanin wird an dem doppelt gebundenen Sauerstoff methyliert und es entsteht Methylguanin. Durch die Methylierung steht der Sauerstoff nicht mehr für eine dritte Wasserstoffbrückenbindung zur Verfügung, so dass bei der nächsten Replikation die Base Thymin statt Cytosin im komplementären Strang eingebaut wird. Einer der beiden Tochterstränge enthält noch die ursprüngliche DNA-Sequenz, aber der Tochterstrang, der das Methylguanin trägt, enthält nun eine Punktmutation im komplementären Strang von C nach T.	2	3	
	ableiten Diese Mutation wird sich in zukünftigen Replikationszyklen immer weiter fortsetzen. Es werden mehr und mehr Zellen die falsche Information tragen. Je nach Auswirkung auf Proteinebene kann dies kaum oder sehr gravierende Folgen haben. Die Zahl an Zellen mit der fehlerhaften Information wird über die Zeit immer weiter zunehmen.		3	

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
2.4	entwickeln Die Mutagene weisen eine strukturelle Ähnlichkeit zu den DNA-Basen auf. Sie könnten bei der Nukleotid-Synthese fälschlicherweise anstatt einer Base eingebaut werden und gelangen dann so in die DNA. Dort können sie zu fehlerhaften Basenpaarungen führen und so die DNA-Sequenz dauerhaft ändern.			4
	Summe 28	**6**	**12**	**11**

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Für die Bewertung in den modernen Fremdsprachen ist der „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) zugrunde zu legen. Demnach erfolgt die Bewertung und Beurteilung mit der Maßgabe, dass lediglich bei der Ermittlung des Prüfungsergebnisses (Note) aus Prüfungsteil 1 und 2 gerundet wird.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Als Kriterien für die Bewertung und Beurteilung dienen unter Beachtung der Zielsetzung der gymnasialen Oberstufe nach § 1 Abs. 2 OAVO neben dem Inhaltlichen auch die in den Kerncurricula genannten überfachlichen Kompetenzen, insbesondere die Sprachkompetenz und Wissenschaftspropädeutik; dies zeigt sich u.a. in qualitativen Merkmalen wie Strukturierung, Differenziertheit, (fach-)sprachlicher Gestaltung und Schlüssigkeit der Argumentation.

Im Fach Biologietechnik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung eines Vorschlags, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	**Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen**			**Summe**
	AFB I	**AFB II**	**AFB III**	
1	24	28	19	**71**
2	6	12	11	**29**
Summe	**30**	**40**	**30**	**100**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.